Lane Medical Library

Aus dem Schlachthof der Stadt Gießen
Direktor: Stadtveterinärrat Dr. Hugo Keller

Untersuchungen über den Einfluß eines Delbag-Baktericidolfilters auf den Keimgehalt der Kühlhausluft des Städtischen Schlachthofes zu Gießen

Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der veterinär-medizinischen Fakultät
der Hessischen Ludwigs-Universität
zu Gießen

vorgelegt von
Wilhelm Martin Zimmer
Schlachthoftierarzt aus Gießen

Gießen 1935

von Münchowsche Universitäts-Druckerei Otto Kindt GmbH.

Gedruckt mit Genehmigung der veterinär-medizinischen Fakultät
der Universität Gießen.
Referent: Professor Dr. Zwick.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Einleitung 5

II. Über die Wachstumsfähigkeit pflanzlicher Keime in Fleischkühlhäusern 6

III. Die Keimverminderung der Kühlhausluft im Luftkühler . . . 10

IV. Verfahren zur Verbesserung der Kühlhausluft 12

V. Die Delbag-Filter und ihre bisherige Anwendung 17

VI. Eigene Untersuchungen 23

A. Betriebsverhältnisse 23

B. Anordnung der Versuche 24

C. Vorversuche 25

D. Hauptversuche 27

E. Festgestellte Luftkeime 28

1. Kokken 28

2. Stäbchen 29

3. Hefen 29

4. Schimmel 30

F. Versuchsergebnisse 31

VII. Zusammenfassung und Schlußsätze 35

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154009_0194

I. Einleitung.

In den Fleischkühlhäusern unserer Schlachthöfe werden jährlich Millionenwerte von Frischfleisch durch Kühlung bei ± 0° C. bis + 2° C. vor dem Verderben geschützt.

Im Rahmen der zu erstrebenden Nahrungsfreiheit und der Erhaltung volkswirtschaftlicher Werte im Sinne der Erzeugungsschlacht sind die Kühlhäuser eine unentbehrliche Einrichtung der Nahrungsmittelbetriebe geworden. Je tiefer die erreichten Temperaturen, um so länger ist bei eintretendem Gefrieren die Konservierungsmöglichkeit. Bei der Aufbewahrung von Frischfleisch ist jedoch ein Gefrieren wegen der beim Auftauen eintretenden Saftverluste nicht erwünscht. Es kommt dafür in der Hauptsache das Kühlen bei obengenannten Temperaturen in Frage, dem jedoch zeitliche Grenzen gesetzt sind. Die Grenze der Haltbarkeit ist nach ungefähr 3 bis 4 Wochen Kühldauer erreicht und in manchen Anlagen bereits überschritten. Oberflächliche Zersetzung an Fleischvierteln und Verderbnis kleinerer Fleischstücke treten nach dieser Zeit bereits auf.

Als Ursache der Verderbnis sind die in der Luft der Kühlhäuser schwebenden Keime, hauptsächlich Schimmel-, Sproß- und Spaltpilze anzusehen, die selbst bei niederen Temperaturen die Oberflächenfäulnis des Fleisches bewirken können.

Die Erkenntnis, daß mit der Vernichtung oder Hemmung dieser psychrophilen Keime eine Besserung der Kühlhausluft und damit eine längere Haltbarkeit des Fleisches verbunden sein muß, hat zu dem Ausbau von Verfahren geführt, welche als sogenannte zusätzliche Verfahren in den Kühlhäusern angewandt werden. Am bekanntesten in dieser Beziehung ist die Ozonisierung der Kühlhausluft, die bereits mit gutem Erfolg weitgehendste Verbreitung gefunden hat.

Ein neues Verfahren besteht darin, die umgewälzte Kühlhausluft durch geeignete Filter zu schicken und auf diese Weise keimarm zu machen. Backes (1) hat die sogenannten Delbag-Filter der Firma Delbag AG., Berlin-Halensee, für die Fleischkühlhäuser der Schlachthöfe empfohlen.

Da bis jetzt noch keinerlei Erfahrungen in diesen Betrieben mit Delbag-Filtern gemacht wurden, wurde mir von Herrn Schlachthofdirektor Dr. H. Keller die vorliegende Arbeit übertragen. Die Firma Delbag stellte bereitwilligst ein Baktericidol-Filter für die Versuche zur Verfügung.

II. Über die Wachstumsfähigkeit pflanzlicher Keime in Fleischkühlhäusern.

Das Fleisch, eines unserer Hauptnahrungsmittel, bedarf einer besonderen Behandlung, da es sonst leicht dem Verderben, insbesondere der Fäulnis anheimfällt. Die Fäulnis stellt einen Zersetzungsvorgang des Fleisches als stickstoffhaltiger organischer Substanz dar, der durch Mikroorganismen hervorgerufen wird. Einesteils gelangen diese schon während des Schlachtens auf die Fleischoberfläche, anderenteils sedimentieren sie während des Abhängens aus der Luft. Die Wachstumsbedingungen der Keime auf dem an sich schon guten Nährboden der Fleischoberfläche gestalten sich um so günstiger, solange Lebenswärme und normale Feuchtigkeit vorherrschen. Die auf verdorbenem Fleisch gefundenen Keime gehören den Gruppen der obligat- und fakultativ-aëroben und -anaëroben Bakterien, den Hefe- und Schimmelpilzen an. Am sinnfälligsten treten die Bakterien mit peptonisierender und gasbildender Eigenschaft und die Schimmelpilze in Erscheinung. Die beiden ersten sind Ursache des Schmierigwerdens und des Fäulnisgeruches. Die Schimmelpilze verunreinigen das Fleisch bei schwachem Befall nur oberflächlich, da nach Schwartz und Kaeß (37) ihr Substratmycel auf Gefrierfleisch nur 2 mm in die Tiefe dringt. Auf Kühlfleisch seien diese Ausmaße noch geringer. Eine Ausnahme bildet allerdings der Schwärzepilz, Cladosporium herbarum, dessen Substratmycel ½ cm in die Tiefe dringt. Bei stärkerem Befall und längerer Wachstumsdauer aber erhält das Fleisch einen stickigen Geruch. Bodin und Gautier (3) und Butjagin (5) haben festgestellt, daß auch chemische Veränderungen des Fleisches durch Schimmelpilze hervorgerufen werden. Bodin und Gautier teilen mit, daß Aspergillus fumigatus bei Anwesenheit eines stickstoffhaltigen Nahrungsmittels von der Art der Peptone oder eines Kohlehydrats (Glukose, Saccharose, Maltose, Dextrin) und bei Vorherrschen von neutraler oder alkalischer Reaktion ein Toxin erzeugt. Dieses soll auf das Zentralnervensystem einwirken, und Konvulsionen, tetanische und paralytische Erscheinungen hervor-

rufen. Butjagin ist der Ansicht, daß die Schimmelpilze Fermente ausscheiden, die die Eiweiß- und Fettstoffe des Fleisches spalten. An völlig verschimmeltem Fleische stellte er eine Zunahme des Gehaltes an Ammoniak, flüchtigen Säuren und Amidoverbindungen und starke Kohlensäurebildung fest. In verdorbenem Zustand ist das Fleisch gesundheitsschädlich, da die bei der Zersetzung der Eiweißkörper entstehenden Ptomaïne Gifte für den menschlichen Körper darstellen.

Um nun das Fleisch vor dem Verderben zu schützen und als einwandfreies Nahrungsmittel zu erhalten, ließ man sich die Konservierung schon von jeher angelegen sein. Jedes Kulturvolk, bei dem das Fleisch in der Zeit, in der die Pflanzenwelt nichts zu bieten vermag, die Hauptnahrung ist, kennt daher primitive Konservierungsverfahren, wie Trocknen, Einsalzen und Gefrieren. Diese fußen auf der rein praktischen Erfahrung, daß hierdurch das Fleisch haltbar bleibt. Sie haben sich bis in die Jetztzeit erhalten, unterstützt und verbessert durch die Erkenntnis, daß Bakterien die Ursache der beschränkten Haltbarkeit tierischer Nahrungsmittel sind. Ihnen wird durch Kälte, Trocknung oder Einlegen in Salzlösungen und die hierdurch bewirkte Veränderung des Nährbodens die Lebensfähigkeit genommen oder eingeschränkt.

Forster (11) berichtet über die Entwicklung der Keime bei niederen Temperaturen, daß es bei 0^0 C. wohl noch Keime, wenn auch wenige, gibt, die zu wachsen vermögen, und daß diese sich häufig auf Nahrungsmitteln befinden. Glage (16) stellt dasselbe fest, geht aber in seinen Untersuchungen weiter und beweist, daß bei Temperaturen unter 0^0 C. kein Wachstum mehr stattfindet. Fäulnisbakterien, auf Bouillongelatine ausgestrichen, konnte er in 6 Wochen bei -1 bis -2^0 C. nicht zur Entwicklung bringen. 0^0 C. genügten schon zur Hemmung des Kolonienwachstums. Müller (27) machte dieselbe Feststellung. Bongert (4) weist auf Leuchtbakterien des Wassers hin, die bei 0^0 C. zu wachsen vermögen. Aus all dem geht hervor, daß gewisse Keime und zwar solche, die als Fleischverderber in Frage kommen, bei 0^0 C. keineswegs abgetötet werden, sondern nur einen Wachstumsstillstand erfahren. Loeser (24) untersuchte die Haltbarkeit des Fleisches bei 0^0 C. und $+6^0$ C. Er nahm Veränderungen im Geruch, Aussehen und in der chemischen Zusammensetzung als Maßstab für die Vermehrung der als Ursache geltenden Bakterien an. An Hand von graphischen Darstellungen zeigt er, daß die Kurve, die indirekt die Vermehrungsfähigkeit der Keime darstellen soll, bei höheren Temperaturen einen gleichmäßig an-

steigenden Verlauf nimmt. Bei niederen Temperaturen tritt aber zunächst eine Hemmung im Wachstum ein, die, wie er annimmt, durch die Anpassungsfähigkeit der Bakterien überwunden wird.

Noch unempfindlicher als Bakterien sind Schimmelsporen. Über Schimmelsporen berichtet Kühl (22), daß sehr niedrige Temperaturen sie nicht töten, sondern nur am Auskeimen hindern. Temperaturen von —2 und —3° C. ließen erst nach Wochen eine Mycelbildung des Penicillium glaucum in Bouillon in merkbarer Weise erkennen. Er stellt fest, daß in der Praxis Schimmelbildung auf Fleisch bei einer Temperatur unter 0° C. vorkommt. In solchen Fällen handele es sich nur um oberflächliche und leicht zu entfernende Rasen. Graßmann (17) ist derselben Ansicht, Plank und Kallert (31) hingegen betonen, daß nach ihrer Erfahrung dies nur für beginnende Schimmelbildung gelten kann. Bei stärkerem Umsichgreifen der Verschimmelung, bei dichter Lagerung der Kolonien, bei starker Rasenbildung und vor allem bei längerer Konservierungsdauer könne sehr wohl eine Wertminderung des Fleisches eintreten. Monvoisin (26) weist zunächst darauf hin, daß sich in flüssiger Luft Schimmelsporen lebend erhalten können und nimmt deshalb an, daß ihre Keimkraft bei —15 bis —5° C. nicht zerstört, sondern nur hintangehalten werde. Auf Fleisch finde eine Keimung weder bei —6 noch bei —9° C. selbst in 3—4 Monaten statt. Im Kulturröhrchen gelang es ihm, bei —9° C. in 2—3 Monaten weiße Kolonien zu züchten und in 4—5 Monaten diese zur Sporulation zu bringen.

Wie sich Temperatur und Feuchtigkeit zueinander verhalten sollen, um eine Abtrocknung der Fleischoberfläche zu bewirken, berichtet Feeser (10). Es sollen:

bei + 4° C. die relative Feuchtigkeit höchstens 75%
bei + 3° C. die relative Feuchtigkeit höchstens 78%
bei + 2° C. die relative Feuchtigkeit höchstens 81%
bei + 1° C. die relative Feuchtigkeit höchstens 85%
bei ± 0° C. die relative Feuchtigkeit höchstens 88%

betragen. Schmid (36) ist der Ansicht, daß in bezug auf Kühltemperaturen „bei einem relativen Feuchtigkeitsgehalt von 85 bis 99% eine mehr oder weniger starke Keimentwicklung vorhanden sei. Bei Feuchtigkeitsgraden über 85% sei sie so gering, daß mit Rücksicht auf den Gewichtsverlust eine niedere Temperatur nicht gerechtfertigt erscheint.“ Loeser (24) betont, daß der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft nicht unmittelbar für das Bakterienwachstum maßgebend sei. Die Fleischoberfläche müsse erst eine

Abtrocknung erfahren, die eine gewisse Zeit in Anspruch nehme, da durch Osmose die weggetragene Feuchtigkeit ersetzt werde. Erst beim Vorhandensein einer trockenen Oberflächenschicht trete Hemmung des Bakterienwachstums ein.

Die Luftbewegung dient zur Aufrechterhaltung des gewünschten Feuchtigkeitsgehaltes. Hierzu stellt Loeser fest, daß bewegte Luft bei Feuchtigkeitsgraden über 85% das Bakterienwachstum nicht hemmt, sondern fördert. Er erklärt dies damit, daß die Aërobier dauernd frischen, ihr Wachstum fördernden Sauerstoff erhalten. Erst bei Unterschreiten der 85% trete Wachstumshemmung auf.

Sehr eingehende Untersuchungen über die Abhängigkeit des Schimmelwachstums von Temperatur und Feuchtigkeit wurden von Schwartz und Kaeß (37) angestellt. Für ihre Versuche dienten Penicillium flavo-glaucum, Mucor racemosus und Cladosporium herbarum. Die durch Kurven veranschaulichten Versuchsergebnisse lauten dahingehend, daß sinkende Temperaturen und abnehmende Feuchtigkeit, ausgenommen das Gebiet zwischen einer relativen Luftfeuchtigkeit von 95—100%, in allen Fällen eine starke Verzögerung der Wachstumsvorgänge bewirken. Aus der das Flächenwachstum darstellenden graphischen Aufzeichnung ist ersichtlich, daß dieses mit Erhöhen der Temperaturen bei gleichen Zeiten und gleichem Feuchtigkeitsgehalt nicht linear, sondern in einer Kurve ansteigt. Je höher hier die Luftfeuchtigkeit ist, desto steiler steigt die Kurve an. Für Mycel- und Konidienbildung besteht ein Maximum bei 95%. Fällt die relative Luftfeuchtigkeit, so stellt sich infolge Wasserverdunstung eine Erhöhung des osmotischen Druckes an der Oberfläche des Fleisches ein, die das Wachstum hemmt. Steigt jedoch der relative Feuchtigkeitsgehalt bis 100%, so tritt eigentümlicherweise ebenfalls eine Wachstumshemmung ein. Die Ursache sehen die Verfasser in Transpirationsstörungen und damit einhergehenden Degenerationserscheinungen des Mycels. Auch sollen hier die im vorliegenden Versuchsgange absichtlich von der Fleischoberfläche ferngehaltenen, aber doch nicht absolut zu beseitigenden Bakterien als Konkurrenz in Erscheinung treten und hemmenden Einfluß auf die Schimmel ausüben. Anders verhält sich das Optimum der Keimzeiten. Es ist bei einer relativen Feuchtigkeit von 100% bei allen drei untersuchten Arten am kürzesten. Der Keimfähigkeit ist, wie aus der graphischen Darstellung ersichtlich, bald eine Grenze gesetzt, die für die untersuchte Penicillium- und Gladosporiumart bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 85%, für die untersuchte Mucorart bei 90% erreicht ist.

In einer anderen Versuchsanordnung machte Kaeß (20) die Feststellung, daß Luftbewegung auch einen hemmenden Einfluß auf das Schimmelwachstum ausübt. Die Wachstumshemmung steige mit steigender Luftgeschwindigkeit und werde durch senkrechte Richtung des Luftstromes noch erhöht.

Wie aus den vorstehend angeführten Untersuchungen ersichtlich ist, vermögen sich die mannigfachsten Keime selbst bei den mittleren Temperaturen unserer Fleischkühlhäuser zu vermehren und sich den vorhandenen Lebensbedingungen anzupassen. Kälte, herabgesetzter relativer Luftfeuchtigkeitsgehalt und Luftbewegung als bakterienhemmende Faktoren genügen deshalb nur für eine gewisse Zeit, um Fleisch vor dem Verderben zu schützen.

III. Die Keimverminderung der Kühlhausluft im Luftkühler.

Da die Haltbarkeit des Fleisches in einer gewissen Abhängigkeit zu dem Keimgehalt der Kühlhausluft steht, wurden verschiedentlich Untersuchungen darüber angestellt, ob den Luftkühlern eine bakterienreinigende Wirkung zukommt.

Im Trockenluftkühler wird die aus dem Kühlhaus abgesaugte Luft an Kühlschlangen vorbeigeführt, in denen Sole, Kohlensäure- oder Ammoniakgas als Kältemedium zirkulieren.

Musmacher (28) untersuchte die Luft vor und hinter einem solchen Luftkühler und stellte eine erhebliche Keimabnahme fest. Zahlen gibt er nicht an, das Versuchsergebnis ist lediglich aus fotografischen Abbildungen ersichtlich. Resow (34) untersuchte die Luft des Schlachthofkühlhauses Köln während der Öffnung und nachdem es 2 bis $2^1/_2$ Stunden dem Verkehr entzogen war. Er stellte auf den eine halbe Stunde lang ausgestellten Platten eine Keimabnahme um ein Drittel fest, die Schimmelrasen verminderten sich um die Hälfte. Die Prüfung der Luft vor und hinter dem zweikammerigen Luftkühler ergab bei Inbetriebnahme nur einer Kammer eine Keimabnahme um 53%, bei Inbetriebnahme beider Kammern eine Keimabnahme um 63%. Beyer und Bongert (2) fanden im Gegensatz zu obigen Ergebnissen bei Prüfung des dreikammerigen Luftkühlers der Zentralmarkthalle Berlin eine Keimvermehrung hinter dem Luftkühler. Die Ursache war in der veralteten Anlage und im regelwidrigen Betrieb zu suchen. Ihre Feststellung kann deshalb nicht als Werturteil über die Keimverminderung in Trockenluftkühlern gelten. Dimpfl (7) zählte auf den 10 Minuten lang vor dem

Luftkühler ausgesetzten Platten 72, auf den hinter dem Luftkühler ausgesetzten 61 Kolonien.

Im Naßluftkühler wird die aus dem Kühlhaus abgesaugte Luft direkt mit der Sole in Berührung gebracht.

Profé (32) fand, daß der Keimgehalt der Luft nach Passieren eines Naßluftkühlers sich vermehrte. Beyer und Bongert wiesen nach, daß es sich in der von Profé untersuchten Anlage um eine Tröpfcheninfektion, hervorgerufen durch den starken Luftstrom handelte. Sie behoben den Schaden in dem von ihnen untersuchten Kühlhaus des Schweineschlachthofes Berlin durch Einbau einer Birkenreiserhecke im Austrittskanal, die die mitgerissenen Tröpfchen abfing. Sie zählten danach auf den eine halbe Stunde lang ausgestellten Platten im Durchschnitt im Saugkanal 40 Kolonien, vor dem Luftkühler 30 Kolonien, hinter der Hecke 8 Kolonien und im Druckkanal 4 Kolonien. Resow untersuchte die Luft des Kühlhauses Duisburg während der Öffnung und nachdem es 2 bis 2½ Stunden dem Verkehr entzogen war. Er fand eine Keimverminderung um 75%. Die Durchschnittswerte der gefundenen Schimmelpilze verminderten sich von 3 auf 2. Die Untersuchung der Luft vor und hinter dem Luftkühler ergab eine Keimabnahme von 37,3 auf 6,2.

Hieraus ist ersichtlich, daß die Kühlverfahren an sich schon die Keimzahl der Kühlhausluft vermindern. Im Falle der Verwendung eines Trockenluftkühlers geschieht dies in der Weise, daß der sich an den Kühlschlangen kondensierende und in Gestalt von Reif niederschlagende Wasserdampf Keime mitreißt. Diese werden mit dem Abtauwasser mechanisch entfernt.

Findet ein Naßluftkühler Verwendung, so wird die Luft durch direkte Berührung mit der Sole ausgewaschen. Hierbei muß der Behandlung der Sole eine gewisse Beachtung geschenkt werden. Profé, Beyer und Bongert stellten fest, daß der Keimgehalt der Sole mit der Betriebsdauer steigt, und daß die Sole nicht imstande ist, Schimmelpilze, Fäulniserreger und pathogene Keime abzutöten. In der Zunahme des Keimgehaltes der Sole proportional der Betriebsdauer sehen Beyer und Bongert eine vorzügliche Niederschlagskraft des Naßluftkühlers. Zur Reinigung empfehlen sie die Sedimentation und das Abhebern der klaren Sole. Die mit Eisenoxyd ausgefällten Keime sollen rasch zugrunde gehen.

IV. Verfahren zur Verbesserung der Kühlhausluft.

Um die Kühlverfahren in ihrer luftreinigenden Wirkung noch zu verbessern, wurden verschiedene Verfahren angewandt, die eine erhöhte Verringerung des Keimgehaltes und bessere Beseitigung unangenehmer Gerüche bewirken sollten. Schilling (35) empfiehlt ein Formaldehydverfahren, das gleichzeitig ein Kampfmittel gegen Mäuse darstellt. Er wandte dieses Verfahren an, um schlechten Geruch zu beseitigen. Holzwände mit und ohne Anstrich, Blech- und Zementwände werden mit einem Hinweis auf Untersuchungen des Gerichtschemikers Poppe beanstandet, der die rauhe Zementwand als die keimhaltigste und ungeeigneteste Wandbekleidung bezeichnet. Außerdem sei die Zementwand zu einer gewissen Atmung befähigt und lasse Riechstoffe, wie zum Beispiel Teergeruch von einer hinter der Wand liegenden Teerasphaltschicht in den Kühlraum eintreten. Nach innen trete der Geruch deshalb, weil durch die Kühlung eine geringe Luftkontraktion eintrete, die eine Saugwirkung ausübe. Für solche Fälle empfiehlt er den Formolkalkanstrich, denn Formaldehyd sei ein gutes Desinfiziens, töte Pilzorganismen aller Art ab und verhindere deshalb die Fäulnis. Ferner weist er auf Windisch (43) hin, der Formaldehyd zur Nahrungsmittelkonservierung für unbedenklich hält, da in den Räuchergasen auch Formaldehyd enthalten sei. Windisch will mit Formaldehydräucherung von Wurst gute Erfolge gehabt haben. Ein abschließendes Urteil gibt Schilling nicht, er fordert vielmehr zu weiteren Untersuchungen auf.

Ein anderes Verfahren in dieser Richtung ist das Paraform-Permanganat-Verfahren, das von Dimpfl (7) hauptsächlich zwecks Mäusevertilgung angewandt wurde. Er untersuchte auch die Einwirkung des Paraform-Permanganats auf den Keimgehalt. Das Verfahren ist umständlich, das Kühlhaus muß während der Desinfektion ausgeräumt und der Kühlbetrieb unterbrochen werden. Zunächst fing er durch im Kühlhaus aufgestellte Agarplatten Keime und unterzog diese in einer Versuchsanordnung dem obengenannten Verfahren. Die vorher gewachsenen Kolonien wurden restlos abgetötet. Darauf tränkte er Seidenfäden mit Bouillon, der ebenfalls Kühlhauskeime beigegeben waren. Diese ließ er trocknen und hängte sie in das inzwischen zur Desinfektion ausgeräumte Kühlhaus. Kontrollfäden behielt er zurück. Nach Beendigung des Desinfektionsverfahren brachte er sowohl die aus dem Kühlhaus entnommenen Fäden, als auch die Kontrollfäden auf Agar- und Gelatineplatten. Von den Kontrollfäden aus wuchsen zahlreiche Kolonien. Gelatine wurde verflüssigt. Die Platten

mit den aus dem Kühlhaus entnommenen Fäden blieben steril. Auf den vor der Desinfektion im Kühlhaus ausgestellten Platten wuchsen 56 und 36 Keime pro qdcm, auf den 15 Tage nach erfolgter Desinfektion ausgestellten Platten wuchsen 9 Keime pro qdcm. Das Verfahren zeigt wohl eine gute Desinfektionsmöglichkeit, ist aber, da es mit dem Kühlbetrieb nicht parallel läuft, zur Bedeutungslosigkeit verurteilt.

In einer Sitzung der Reichsfleischstelle am 3. August 1917 erwähnte Ostertag (30), daß England gute Erfahrungen mit einem kombinierten Kühl- und Formaldehydverfahren gemacht habe, welches in Deutschland verboten sei. Der Fleischtransport von Australien nach England sei hierdurch ermöglicht worden. Formaldehyd sei anzuwenden in einer Konzentration von 1 : 1 000 000. Es verhindere die Bildung des schwarzen Schimmels. Mit Formaldehyddämpfen behandeltes Fleisch könne auch in schlecht gekühlten Räumen aufbewahrt werden. Er erwähnt noch, daß die Höchstmenge des Gases nicht überschritten werden dürfe. Hier liege die Schwierigkeit, da in unseren Kühlhäusern ein Luftumlauf und kein Luftaustausch stattfinde.

Ein neueres in England angewandtes Verfahren will die Haltbarkeit des Fleisches in einer Kohlensäureatmosphäre bei einer Temperatur von + ½° C. auf 5 Wochen ausgedehnt haben. Kohlensäuregas soll hemmend auf Pilz- und Bakterienwachstum ohne Qualitätsveränderung des Fleisches wirken.

Reif (33) hält eine Keimverbesserung der Kühlhausluft durch Verwendung von Katadynapparaten im Luftkühler und silberhaltigem Anstrich der Luftkanäle und Kühlzellen für möglich. Das Katadynverfahren beruht auf einer elektrischen Zerstäubung von Silber und hat sich bei der Keimfreimachung von Wasser bereits bewährt. Ob es für die Keimfreimachung der Kühlhausluft Verwendung finden kann, bleibt vorläufig dahingestellt.

Das brauchbarste Verfahren zur Verbesserung der Kühlhausluft ist bis jetzt die Ozonisierung.

Ozon ist ein Gas, dessen aus drei Atomen Sauerstoff bestehendes Molekül nicht beständig ist und bei Gegenwart von oxydierbaren Substanzen unter Abspaltung des dritten Sauerstoffatoms in die feste Form des zweiatomigen Sauerstoffs übergeht. Das dritte Sauerstoffatom wirkt im Augenblick der Abspaltung, also in statu nascendi sehr energisch oxydierend auf hierzu fähige Substanzen. Diese Fähigkeit, die sich praktisch in der Verbesserung des Luftgeruches zu erkennen gibt, weiterhin seine baktericide Fähigkeit, Spalt- und Schimmelpilzen gegenüber, gaben Veranlassung, Ozon für lufthygienische Zwecke zu verwenden.

Ist Ozon in der umgebenden Luft vorhanden, so hat man das Empfinden einer angenehmen Frische und Reinheit. Wir finden Ozon in der Luft nach dem Gewitter, in großen Höhen, weiterhin da wo Wasser langsam zur Verdunstung gelangt. Dies wird künstlich erreicht durch Gradierwerke, die aus diesem Grunde Aufstellung in den Kuranlagen von Bädern gefunden haben. Das nächtliche Bleichen der Wäsche auf dem Rasen beruht ebenfalls auf der Wirkung des sich am Boden bildenden Ozons.

Künstlich wird Ozon durch offene, sowie stille elektrische Entladungen erzeugt. Es ist erkennbar an seinem charakteristischen fadsüßlichen Geruch. In schwacher Konzentration wirkt Ozon anregend auf die Atmung, bei starker Konzentration ruft es Somnolenz hervor und reizt die Schleimhäute der Atmungswege.

Die baktericiden und geruchszerstörenden Fähigkeiten des Ozons wurden mehrfach auf ihre praktische Verwendbarkeit für den Kühlbetrieb geprüft.

Heise (18) betont, daß Ozon nur bei Gegenwart von Wasser seine Wirkung entfalten kann, und daß Bakterien in absolut trockenem Zustand Ozon gegenüber sehr widerstandsfähig sind. Auch soll in Wasser z. B. die Gegenwart lebloser organischer Substanzen die Ozonwirkung herabsetzen. Prall (29) stellt bei der Wasserozonisierung fest, daß die baktericide Wirkung in verunreinigtem Wasser schwächer ist als in reinem Wasser. Hier wird wohl eine gewisse Menge Ozon für Oxydationsprozesse in Anspruch genommen, so daß für eine restlose Abtötung der Keime Ozon in nicht mehr genügender Konzentration vorhanden ist. Da Ozon wegen seiner schädigenden Wirkung auf den menschlichen Organismus nur in schwacher Konzentration Verwendung finden darf, hat Heise festgestellt, daß die brauchbare Ozonkonzentration nur Einzelkeime anzugreifen vermag, jedoch keine gut desinfizierende Wirkung mehr auf Kolonien hat. Das Ergebnis seiner Untersuchungen hat er in folgenden Sätzen zusammengefaßt:

„Eine Ozonkonzentration von etwa 3 mg/cbm bei drei- bis vierstündiger Einwirkung reicht aus, um mehr als 95% von einzeln an der Oberfläche des Nährbodens liegenden Keimen zu vernichten. Ozon dringt nur schwer in den Nährboden und in die Bakterienkolonien ein, dementsprechend werden Kolonien, selbst wenn sie an der Oberfläche liegen, nur wenig geschädigt. Ihr Entwicklungsstadium ist dabei von Bedeutung. Innerhalb 8 Stunden bei Zimmertemperatur gewachsene Kolonien sind schon erheblich unempfindlicher als frische Kulturen. Niedrige Temperatur verzögert die Entwicklung der

Keime und begünstigt dadurch die Ozonwirkung. 24 Stunden bei 2—4° C. gehaltene Kulturen sind gegen Ozon ebenso empfindlich, wie die eine Stunde alten. Die Hefen verhalten sich nur insofern von Bakterien anders, als sich die einzelnen Keime gegen Ozon viel empfindlicher erweisen. Von Schimmelpilzen (Penicillium glaucum, Mucor stolonifer) werden auf der Oberfläche des Nährbodens liegende, in der Auskeimung begriffene Sporen und freiliegendes Mycel durch Ozon abgetötet. Der im Nährboden wachsende Teil des Mycels ist vor Ozon geschützt, weshalb im allgemeinen keine völlige Vernichtung, sondern nur eine mehr oder weniger starke Schädigung der Kultur eintritt. Da sich aus dem innerhalb des Nährbodens wachsenden Mycel immer von neuem Myceläste und Fruktifikationsorgane in die Luft erheben, so ist eine ausgiebige Wirkung nur dann vorhanden, wenn die Ozonisierung in bestimmten von der Entwicklungsgeschwindigkeit der Pilze abhängigen Zeitabschnitten wiederholt wird.

Bei der Ozonanwendung im Kühlhaus ist nach den Ergebnissen dieser Untersuchung eine nur teilweise Vernichtung der dem Fleisch anhaftenden Mikroorganismen zu erwarten."

Heises Untersuchungen erhalten ihre Bestätigung durch Arbeiten von Tiede (42), Diestelow (6) und Thiele (41). Tiede stellt an im Druckkanal ausgestellten Platten eine Keimverminderung um 50% fest. Für das Kühlhaus gibt er eine wesentliche Abnahme der Keime an. Diestelow stellt $1^1/_4$ Stunden lang Agar- und Gelatineplatten aus. Ohne Ozonisierung zählte er auf Agar 90 Keime. Nach der Ozonisierung zählte er nur 4 bzw. 1 Keim. Er faßte seine Untersuchungen in den Worten zusammen:

„Durch die Einwirkung einer täglichen, durchschnittlich 3,5-stündigen Ozonisierung in einem Kühlhaus von 1200 cbm Rauminhalt mit einer Durchschnittstemperatur von 2° C. und einer relativen Feuchtigkeit von 80—90%, bei der der Kühlhausluft durchschnittlich etwa 35—42 g Ozon, das sind je Stunde 10—12 g, zugesetzt wurden, ist eine Herabdrückung des Luftkeimgehaltes um 90,46—94%, im Mittel um 92% erreicht worden."

Thiele berichtet über Versuche mit Viozon im Kühlhaus zu Riems. Bei einer Temperatur von + 2 bis + 4° C. und einem relativen Feuchtigkeitsgehalt von 88—96% wurden eine Stunde lang Agarplatten mit und ohne Pepton, Endo-, Conradi-Drigalski- und Blutagarplatten ausgestellt. Der 1062 cbm fassende Kühlraum wurde täglich eine Stunde lang ozonisiert. Die Keim-

abnahme betrug 69,7—84,2%, im Durchschnitt 76,9%. Weiterhin wurde die Keimvermehrung auf der Fleischoberfläche während des Abhängens untersucht. Dazu wurden Fleischstücke von 1 qcm Querschnitt der medialen Fläche der Hals- und Schenkelmuskulatur, der Trennungsfläche zwischen Vorder- und Hinterviertel, dem Brustfell, Bauchfell und der Fascienaußenfläche entnommen, und mit der der Luft ausgesetzten Fläche Agarplatten bestrichen. Von den mit Musculatur bestrichenen Platten konnten am 11. Tage ohne Ozonierung nur noch zwei ausgezählt werden, alle übrigen waren mit Rasen bedeckt. Die festgestellten Unterschiede vor und nach der Ozonisierung sind so, daß die normalen Wachstumsverhältnisse des 10. Tages unter Ozoneinwirkung erst am 21. Tage eintreten. Eine restlose Keimtötung findet also auf der Fleischoberfläche nicht statt, wohl aber wird eine Keimvermehrung hintangehalten. Was die Schimmelbildung anbetrifft, so waren die Verhältnisse ähnlich. Am 10. Tage ohne Ozonisation war erhebliche Schimmelbildung und Schmierigwerden festzustellen. Am 19. Tage nach Ozonbehandlung hingegen waren nur hauchartige Schimmelrasen zu sehen.

Heyroth (19) berichtet bereits im Jahre 1911 über die Ozonwirkung im Kühlhause Zentrum-Berlin. Er ozonisierte täglich mehrere Male und stellte in allen Fleischräumen eine frische, reine Luft fest. Sogar im Käseraum war nur reine Luft vorhanden. Für die Tatsache, daß üble Gerüche nach der Ozonisierung nicht mehr wahrgenommen werden, suchte man in mannigfachen Versuchen nach einer Begründung. Im Endergebnis teilen sich jedoch die Meinungen, indem auf der einen Seite eine Zerstörung, auf der anderen nur eine Überdeckung der Gerüche, also keine eigentliche Reinigung der Luft angenommen wird. Die Versuche wurden meist in der Richtung vorgenommen, daß reine Luft mit einem zu prüfenden Gas gemischt der Ozonierung ausgesetzt wurde. Eine Zerstörung nimmt Kißkalt (21) auf Grund seiner Versuche mit Schwefelwasserstoff an. Schwarz und Münchmeier (38) bestätigen dies und führen denselben Nachweis für Merkaptan. Auch wiesen sie die Vernichtung von Indol und Skatol nach, mußten aber feststellen, daß Spaltungsprodukte mit esterartigem Geruch zurückblieben. Ammoniak und Kohlenoxyd wurden nicht zerstört. Erlandsen und Schwarz (9) konnten bei Einwirkung auf Ammoniak und Schwefelwasserstoff Trimethylamin, Buttersäure, Indol, Skatol und Valeriansäure keine nachweisbare Oxydation feststellen und sind der Ansicht, daß es sich nur um eine Überdeckung von Gerüchen handelt. Franklin (12) ozonisiert Luft, die mit Gerüchen, herrührend von Zwie-

beln, Knoblauch, Limburger Käse, verfaulten Nahrungsmitteln, Fleischereiabfällen, Dünger, Schwefelwasserstoff, Indol, Skatol usw., verunreinigt war und glaubt eine Zerstörung festgestellt zu haben. Thiele läßt offen, ob es sich um eine Zerstörung, Überdeckung oder um Lähmung der Geruchsnerven handelt. Wie hieraus ersichtlich, gehen die Meinungen über die Wirkungsweise des Ozon noch auseinander. Der Viozonapparat erfährt auch durch Teichmann (40) eine Würdigung und Empfehlung. Was er über den Kühlhausgeruch sagt, der trotz der besten „Lüftungsvorrichtungen" nicht beseitigt werden könne, und den er an Feiertagen, an denen diese Lüftungsvorrichtungen außer Betrieb seien, als geradezu penetrant bezeichnet, muß sich auf eine veraltete und nicht mehr zeitgemäße Anlage beziehen. Seine Ansicht über die Ozonwirkung geht konform mit anderen Autoren. Darüber hinaus betont er, daß durch Spaltung des Ozons nicht nur ein aktives oxydationsfähiges Sauerstoffatom entstehe, sondern auch ein neues frisches Sauerstoffmolekül. Dieses unterscheide sich von den bereits vorhandenen dadurch, daß es frisch sei und wesentlich zur Desodorierung beitragen könne. Das bereits in der Luft vorhandene Sauerstoffmolekül bezeichnet er als äußerst träge. Es gehe Oxydationen nur unter ganz besonderen Umständen ein. Über gute Erfahrungen mit Ozon berichten noch Lasch (23), Garth (15) und Füllbier (14). Letzterer beseitigte den Geruch ausgegossener Pökellake vollständig mittels Ozon.

V. Die Delbag-Filter und ihre bisherige Anwendung.

Die Deutsche Luftfilterbaugesellschaft Berlin-Halensee hat ein Filter, das sogenannte Delbag-Filter konstruiert, das zur Entstaubung der Luft bereits allgemeine Verbreitung gefunden hat. Eine Sonderausführung wurde in dem Baktericidolfilter geschaffen, das die in der Luft enthaltenen Mikroorganismen abfiltern und gleichzeitig abtöten soll. Brauereien und Molkereien haben seine Brauchbarkeit für derartige Betriebe geprüft und anerkannt. Da über die Zweckmäßigkeit der Anwendung in Fleischkühlhäusern noch keine Untersuchungen vorliegen, erhielt ich von Herrn Schlachthofdirektor Dr. Keller den Auftrag, die Einwirkung eines vor dem Luftkühler eingebauten Filters auf den Keimgehalt der Kühlhausluft des Städtischen Schlachthofes zu Gießen zu prüfen.

Das Wesen des Delbag-Filters besteht darin, Staub und Keime an die Öle Viscin oder Baktericidol zu binden. Der zu reinigende Luftstrom muß deshalb mit dieser Flüssigkeit wiederholt auf breiter Basis in ausreichende Berührung gebracht werden. Dazu dienen die Filterzellen des Labyrinth- oder Ringgutsystems, die mit den genannten Flüssigkeiten Viscin oder Baktericidol benetzt sind. In ihnen prallt die Luft infolge mehrfacher Brechung ihrer Stromrichtung und damit einhergehender Wirbelbildung dauernd gegen benetzte Flächen, an denen Staub und Keime abgefangen werden.

Die beiden Hauptausführungsarten sind das Labyrinth- und das Ringgutsystem.

Bei ersterem besteht der Filtereinsatz aus zwei bis vier auswechselbaren Labyrinthplatten. (Abb. 1.) Dies sind rhombisch ausgestanzte Bleche, die so hintereinander angeordnet sind, daß der Luftstrom nie ungebrochen zwischen den Maschen hindurchgleiten kann, sondern immer wieder von Maschen des dahinterstehenden Bleches zur Richtungsänderung und Wirbelbildung gezwungen wird.

Das Ringgutfilter besteht aus zwei Siebwänden, zwischen denen Raschigringe, nahtlos gezogene, allseits verkupferte Ringkörper von 1 cm Durchmesser und Höhe, wahllos eingelagert sind. (Abb. 2.) Durch diese Anordnung wird ebenfalls eine intensive Brechung der Stromrichtung und Wirbelbildung hervorgerufen, wobei die Luft sowohl auf der Innen-, wie Außenfläche der Ringe auf benetzte Flächen stößt. (Abb. 3.) Die Größe der benetzten staub- und keimaufnahmefähigen Fläche der Ringgutzelle beträgt nach Angabe der Firma etwa das 35fache ihrer Stirnfläche. Trotzdem aber ist für den Luftdurchtritt noch ein freier Querschnitt von 88% vorhanden. Der Strömungswiderstand ist daher nicht erheblich. Er beträgt laut Prüfungszeugnis des statistischen Materialprüfungsamtes bei 5,1 mg/cbm Staubgehalt in 168 Betriebsstunden für das Absolutfilter zu Beginn der Versuchsanordnung 16,6 mm Wassersäule und zu Ende 20,2 mm Wassersäule.

Von beiden Grundsystemen gibt es verschiedene Bauarten. Ist genügend Platz vorhanden, so stehen die einzelnen Zellen senkrecht. Ihre Form ist quadratisch mit 500 mm Kantenlänge. Dies ist die Normalausführung. Bei Platzmangel findet die Schrägstromausführung Anwendung. Hierbei sind die einzelnen Zellen schräg und schubladenförmig in einen Rahmen eingesetzt. Werden hohe Anforderungen an Luftentstaubung gestellt, so findet das Absolutfilter Anwendung. Dieses besteht aus einer Kombi-

nation von drei Labyrinthplatten und einer Ringgutzelle. Es soll bis zu einem Reststaubgehalt von 0,3 bis 0,7% abfiltern. Das Ringgut-Viscin-Absolutfilter, bestehend aus zwei hintereinandergeschalteten Zellen, einer Ringgut-Normalzelle und einer Ringgut-Feinfilterzelle, weise eine Filterleistung bis zu 0,1—0,4% Reststaubgehalt auf. Zu erwähnen wäre noch das Viscin-Umlauffilter mit einer Filterleistung bis zu 2—3% Reststaubgehalt. Bei ihm sind die Zellen an einer endlosen Kette aufgehängt, die dauernd in Bewegung gehalten werden kann. Am Boden tauchen die Platten in ein Reinigungsbad und werden, aus diesem emportauchend, direkt dem Rohluftstrom ausgesetzt. Die Zellen sind so aufgehängt, daß stets dieselbe Seite dem Luftstrom zugewendet ist. Der Rohluft wird erst die gereinigte Zelle entgegengestellt, damit etwa mit dem Luftstrom mitgerissene Öltröpfchen von der dahinterliegenden, wenn auch bereits verunreinigten Zelle abgefangen werden und nicht in die Reinluft gelangen.

Daß die Firma Delbag für die Elektrizitäts- und Motorenindustrie usw. Spezialausführungen konstruiert hat, soll hier nur kurz erwähnt werden.

Zu den Versuchen der vorliegenden Arbeit wurde eine weitere Abart des Ringgutfilters, das Baktericidol-Keimfilter benutzt. (Abb. 2, 3, 4.) Seine Filterzelle ist quadratisch mit einer Kantenlänge von 50 cm und einer Tiefe von 10 cm. Zwischen zwei, die Stirn- und Rückseite bildenden Siebwänden sind Raschigringe von Normalausmaßen 1 : 1 cm wahllos eingelagert. Die Verbesserung gegenüber der Normalzelle besteht in der streng durchgeführten elektrolytischen Kadmierung sämtlicher mit der Luft in Berührung kommender Teile. Jede Filterzelle besitzt einen eigenen Rahmen, in den sie eingesetzt und mit einer Feder festgehalten wird. Die Einzelrahmen werden durch einfaches Zusammenschrauben zum Gesamtrahmen vereinigt. Die Montage ist deshalb sehr einfach. Lediglich das Einpassen des Gesamtrahmens in den vorhandenen Raum erfordert mitunter geringe bauliche Veränderungen. Die Reinigung der Zelle soll je nach Staub- und Keimgehalt alle vier bis sechs Wochen in einer hierzu gelieferten Wanne erfolgen. Sie geschieht durch Eintauchen in ein Reinigungsbad und neue Benetzung durch Bakericidol. Zwei an der Stirnfläche der Zelle angebrachte Handgriffe gestatten ein bequemes Herausnehmen und Einsetzen.

Die Delbag gibt in ihrem Prospekt folgende Eigenschaften des Viscinols an:

„Viscinol ist eine stark staubbindende Netzflüssigkeit, die ihre Eigenschaften weder bei hohen noch bei niedrigen Tempe-

raturen der atmosphärischen Luft verändert, also als vollkommen wetterfest bezeichnet werden kann. Viscinol, selbst in feinster Oberflächenverteilung, verdunstet nicht, ist harz- und säurefrei, entwickelt praktisch keinen Geruch und ist nicht entflammbar. Sehr wesentlich ist die große Benetzungsfähigkeit des Viscinols. Es haftet in hohem Maße, so daß selbst geringe, hauchartige Schichten auf den Metallflächen lange Zeit stark staubbindend wirken."

Wird, wie es in dem von mir zu prüfenden Betrieb der Fall ist, Wert auf Abfangen und Abtöten der Luftkeime gelegt, so kommt das Baktericidol zur Anwendung. Seine Eigenschaften kennzeichnet die Delbag wie folgt:

„Baktericidol ist wie Viscinol nicht verdunstend, die Oberfläche hauchartig bedeckend, aber außer staubbindend auch keimtötend, dabei praktisch geruch- und geschmackfrei."

Wohl das dankbarste Anwendungsgebiet findet das Delbag-Filter im Brauereibetrieb. Hier bilden Kühlschiff, Kühlapparate, Setzbottich und Gärkeller insofern Gefahren, als bei unsachgemäßer Belüftung am Ende des Produktionsprozesses das Bier einen reinen Geschmack vermissen läßt.

In das Kühlschiff gelangt die heiße gekochte Würze zwecks Kühlung und Trubsetzen. Die Kühlung geschieht durch Luft, welche die Würze auf breiter Berührungsfläche überstreicht. Hier besteht die erste Gefahr der Keimeinsaat. Zwar behaupten viele Brauer, daß durch das Einfließen der heißen Würze die im Schiff vorhanden gewesenen Keime abgetötet würden, und daß ferner die während des Kühlens hineinfallenden Keime den späteren Gärprozeß nicht zu überdauern vermögen. Dem wird aber von Fries (13) mit besonderem Hinweis auf Thermobakterien entgegengehalten, daß alle Keime, solange sie leben, Stoffwechselprodukte, und nach ihrer Abtötung Zerfallsprodukte in der Würze belassen. Diese könnten in Gestalt von Geruchs- und Geschmacksstoffen schon vor der nachfolgenden Gärung in derartig ausreichendem Maße vorhanden sein, so daß schließlich ein unangenehmer Beigeschmack zurückbliebe. Fries bekräftigt diese Behauptung mit der Anführung eines Falles, in dem mit Außenluft gekühlt wurde. Am Tage darauf zeigten sich in dem Kühlschiff Gärungserscheinungen, die von Thermobakterien herrührten. Die im Gärkeller lagernde Würze hatte einen typischen, von Aromabakterien hervorgerufenen Geschmack. Die gefundenen Bakterien waren abgestorben.

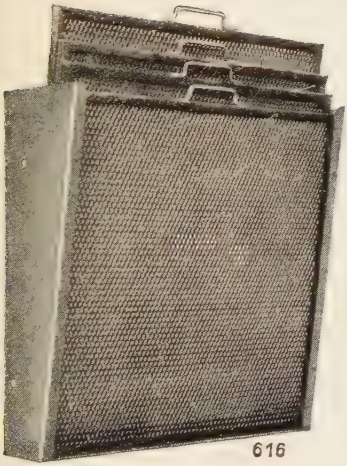

Abb. 1. Labyrinth-Filter 4-plattig, senkrechte Normalausführung, die letzten 3 Filterplatten teilweise herausgezogen.

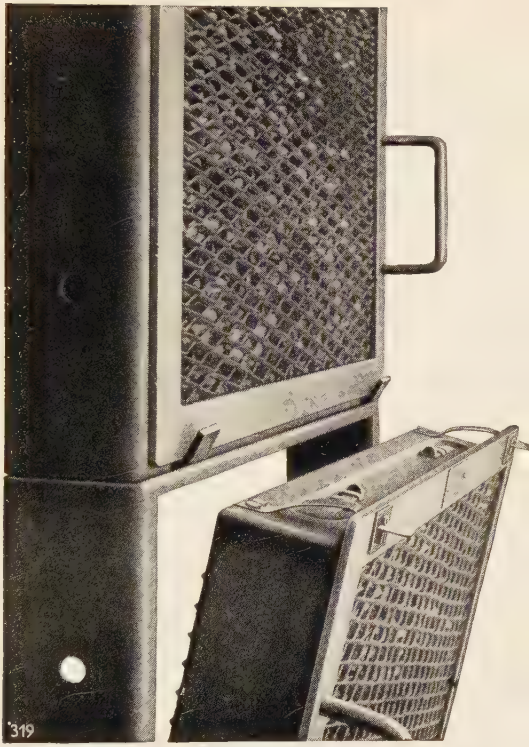

Abb. 2. Normalzelle mil Rahmen, Staubluftseite.

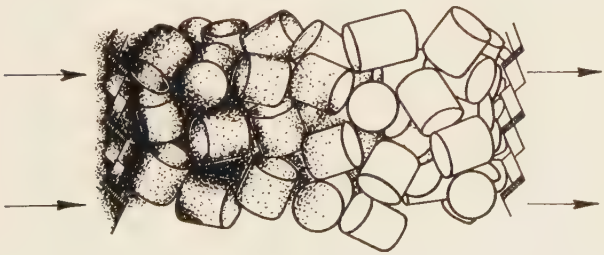

Abb. 3. Vorgang der Staubbindung im Ringgut-Filter.

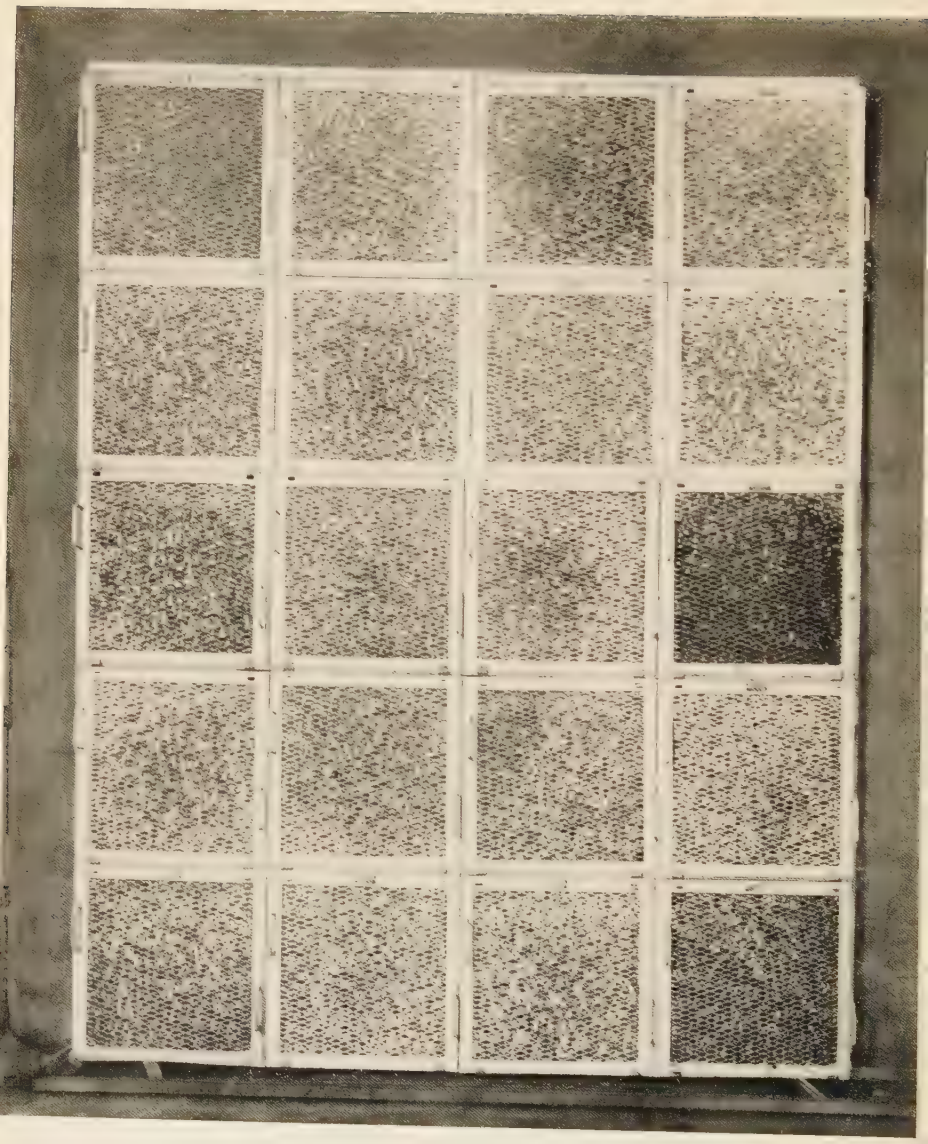

Abb. 4. Delbag-Baktericidol-Keimfilter.
Eingebaut als Wand zwischen Lufteintrittskammer und Luftkühler.

Bei der Gefahr der Luftinfektion unterstreicht Egger (8) die Tatsache, daß tote Organismen einen günstigen Nährboden für später in die Würze fallende Keime abgeben können, und daß es Keime gibt, die die Gärung hemmen, oder sie gar überdauern. Ferner weist er auf die Einflüsse der Witterung hin, die bei ungenügender Luftbehandlung die Infektionsmöglichkeit auf dem Kühlschiff begünstigen könnten. Den von der Decke herabfallenden, als Keim- und Infektionsträger bekannten Dunsttröpfchen sei ebenfalls Beachtung zu schenken.

Fries unterzog auch das Filter an Tagen mit besonders starkem Staubgehalt einer eingehenden Prüfung. Er benutzte Platten mit Hefewasseragar und Würzegelatine. Von jeder Sorte hängte er in jedem Versuch je eine vor und eine hinter das Filter. Vor dem Filter, also in der Außenluft, wuchsen bei 10 Minuten langer Versuchsdauer bis zu 300 Keime (Mikro- und Diplokokken sowie Sarzinen), hinter dem Filter hingegen blieben seine Platten keimfrei.

Ebenfalls untersucht wurde die auf das Kühlschiff einströmende Luft. Auf dem Hefewasseragar wurden keine Keime gefangen, auf der Würzegelatineplatte kamen nur vereinzelte Penicilliumrasen zur Entwicklung.

Auch die Untersuchung von Kühlschiffwürze und Trub brachten ein günstiges Ergebnis. Die Würze war noch nach 6 Tagen steril und Trub ging erst nach 4 Tagen in Gärung über. Zum Vergleich soll hier auf die oben nach Fries angeführte Mitteilung einer durch Luft verunreinigten Würze hingewiesen werden, in der bereits nach einem Tage Gärungserscheinungen auftraten und Thermobakterien, wenn auch tote, gefunden wurden.

Egger stellte ähnliche Versuche für die Dauer eines halben Jahres an. Er benutzte saure Würzegelatine, alkalische Würzegelatine, saure Hefewassergelatine und alkalische Hefewassergelatine. Außerdem goß er sterile Würze in Petrischalen, setzte sie dem Luftstrom aus und stellte danach eine Gärprobe an. Die jeweilige Aussetzungszeit betrug 15 Minuten. Er errechnete einen Wirkungsgrad des Filters von 98—99,4%. Hieraus ist zu schließen, daß das Filter es gestattet eine praktisch keimfreie Würze in den Gärkeller zu bringen. Stichproben aus der Leitung haben das immer wieder bestätigt. Eine Gärung ohne störende Einflüsse ist hierdurch gewährleistet.

Stockhausen (39) prüfte mit folgender Anordnung. Er benutzte Würzeagarplatten und Hefewasseragarplatten und stellte sie 5 Minuten in den Luftstrom, und zwar eine in den Rohluftraum vor das Filter, eine in den Reinluftraum hinter das Filter,

ferner 4 Platten an 4 verschiedenen Stellen des Kühlapparateraumes. Die Keimgehaltsverringerung betrug 99,4%. Er errechnete auch noch, daß aus 1 cbm Rohluft 25 Keime abgefangen wurden.

Über die Verwendung von Luftfilteranlagen in Molkereibetrieben gibt Mehlhose (25) ein Gutachten ab. Der Verfasser betont zunächst, daß im Kampf gegen die Auslandskonkurrenz die Qualitätssteigerung einen ausschlaggebenden Faktor darstelle. Diese können nur ermöglicht werden, wenn eine einwandfreie Milch zur Verarbeitung gelange, denn eine spätere Reinigung und Sterilisation gehe stets mit einer Wertminderung einher. Die Grundsätze der Sauberkeit müßten deshalb schon bei der Tierhaltung, dann beim Melkakt, den Aufbewahrungsgegenständen und dem Transport Beachtung finden. Selbst wenn dies geschehen, so sei die Milch in der Molkerei je nach Staub- und Keimgehalt der Außenluft einer Luftinfektion ausgesetzt. Schlimme Folgen habe die Verunreinigung der Milch, wenn sie auf Butter und Käse verarbeitet würde. Bei den offenen Berieselungskühlern und offenen Aufbewahrungsbehältern bestehe eine hohe Infektionsmöglichkeit. Luftwechsel müsse aber im Molkereibetrieb stattfinden. Man habe daher den Annahmeraum vom Vorbereitungsraum getrennt, jedoch ohne nennenswerten Erfolg. Reine Entlüftung oder Belüftung befriedigten ebenfalls nicht, da mit dem Luftwechsel Staub und Keime in den Raum gelangen. Fliegengaze schütze nur gegen Insekten. Mehlhose führt einen Fall an, in dem in einer Käserei dauernd Käsefehler auftraten. Die Luft mußte hier vor Eintritt in den Verarbeitungsraum zwecks Reinigung einen Wasserschleier passieren. An Decken und Wänden traten Schimmel auf, vom Kamembert löste sich der Edelschimmel, um Stickschimmel und Mucor Platz zu machen. Durch Desinfektion der Räume wurde für kurze Zeit der Fehler behoben, um dann erneut aufzutreten. Man versuchte Entlüftung mit Ventilator und Exhaustor und Belüftung, doch ohne Erfolg. Eine Luftanalyse zeigte alle erdenklichen Keime. Auf Agar wuchsen Oidien, Schimmel und Kokken. Ein Versuch mit einem Baumwollfilter ließ erkennen, in welch reichem Maße die Luft mit Staub, Ruß und Insekten verunreinigt war. Hierauf wurde ein Delbag-Baktericidol-Keimfilter eingebaut. Die Produktionsfehler verschwanden. Eine Reinigung war je nach Verstaubungsgrad alle 2—4 Monate erforderlich, da die einzelne Filterzelle in der Lage ist, 2—3 kg Staub aufzunehmen. Der Verfasser betont noch die Anwendungsmöglichkeit bei Luftheizung in Molkereigroßbetrieben. Vor allem aber sei das Delbag-Filter da am Platze, wo eine Luft-

infektion stattfinden könne, denn Vorbeugen bedeute Schaden verhüten.

Unter Hinweis auf die bisherige Anwendung des Delbag-Filters fordert Backes (1) seine Anwendung in Fleischkühlhäusern und will sogar den Einbau eines Luftfilters zur Gesetzesvorschrift erhoben haben. Er begründet dies mit der Unzulänglichkeit der Luftkühler, Staub und Keime aus der Luft in ausreichendem Maße zu entfernen. Die täglich zur Erneuerung der Kühlhausluft verwandte Frischluftmenge gefährde die Haltbarkeit des Kühlgutes, zumal wenn es sich um ein Kühlhaus des Industriegebietes handele.

Was die günstigen Urteile über die keimhemmende Wirkung des Ozons anbelangt, so bemängelt Backes die Versuche, die unter völligem Abschluß der Außenluft angestellt seien. Das Ergebnis gestalte sich anders, wenn täglich eine gewisse Menge Frischluft Verwendung fände. Im übrigen sind Backes Ausführungen rein theoretische Erwägungen, die durch keinerlei Untersuchungen in Fleischkühlhäusern belegt sind.

VI. Eigene Untersuchungen.

A. Betriebsverhältnisse.

Zum besseren Verständnis der angeführten Versuche ist es notwendig, auf die Betriebsverhältnisse des Gießener Schlachthofkühlhauses mit einigen Worten einzugehen.

Der Kühlraum, dessen Luftverhältnisse untersucht wurden, kann nur durch den Vorkühlraum, mit dem er während der Öffnungszeiten durch eine zweiflügelige Pendeltür in Verbindung steht, betreten werden. Sein Rauminhalt beträgt 1386 cbm. In ihm befinden sich vier Kühlzellenreihen, die durch drei Gänge voneinander getrennt sind.

Die Luft des Kühlraumes wird abgesaugt, in einem Trockenluftkühler gekühlt und entfeuchtet und wieder in das Kühlhaus hineingedrückt.

Die Luftführung geschieht in Holzkanälen, die über den Zellen angebracht sind. Der zuführende Kanal läßt durch Schlitze an seinem Boden die kalte Luft in die Kühlzellen fallen. Die nach oben steigende warme Luft tritt durch seitliche Schlitze in die Saugkanäle und wird dann dem Luftkühler zugeleitet. Mittels Anemometers wurde in den Saugkanälen die Luftgeschwindigkeit festgestellt, so daß errechnet werden konnte, daß die gesamte Kühlhausluft 2—3mal in der Stunde umgewälzt wird.

Der Luftkühler, ein Trockenluftkühler, liegt zwischen zwei Kammern, die im weiteren als Lufteintritts- und Luftaustrittskammer bezeichnet werden. Der in die Lufteintrittskammer einmündende Schacht ist durch eine Holztür verschließbar, desgleichen kann die Luftaustrittskammer von dem Luftkühler durch eine Holztür getrennt werden. Dies geschieht während des Abtauens des bereiften und vereisten Luftkühlers, um zu verhindern, daß warme feuchte Luft in den Schächten nach oben in den Kühlraum steigt. Lufteintrittskammer und Luftaustrittskammer sind von außen durch je eine Doppeltür betretbar. Von der Luftaustrittskammer aus beginnt der Druckkanal. In ihm steht der die Luft in Umlauf setzende Ventilator.

Das Kühlhaus ist täglich dreimal 1 Stunde lang für den Verkehr geöffnet. Während der ersten Öffnungszeit von ½8—½9 Uhr betritt ungefähr jeder Metzger das Kühlhaus, um die Hauptmenge des täglichen Bedarfes einzudecken. Während der zweiten Öffnungszeit von 12—13 Uhr, und das vornehmlich zu Beginn der Woche, wird das frisch geschlachtete Fleisch eingehängt. Die Nachmittagsöffnung von 15—16 Uhr zeigt schwächeren Verkehr.

Gekühlt wurde für die Dauer der Versuche, die in den Wintermonaten angestellt wurden, täglich sieben Stunden. Begonnen wurde morgens um 6 Uhr. Mit Beginn der ersten Kühlhausöffnung um ½8 Uhr wurde die Kühlung bis 9 Uhr unterbrochen und während dieser Zeit der Luftkühler abgetaut. Anschließend wurde wieder gekühlt und in der Mittagszeit nochmals ausgesetzt.

Täglich wurde gegen Ende der ersten Öffnungszeit und noch geringe Zeit darüber hinaus, das Kühlhaus durch Auskehren und Aufwischen mit feuchten Tüchern gereinigt.

B. Anordnung der Versuche.

Für die Untersuchungen der Kühlhausluft fand das einfache Sedimentierverfahren mit Traubenzuckeragarplatten Anwendung. Der Traubenzuckeragar wurde hergestellt aus Bram'schem Trokkenagar mit 1,5% Traubenzuckerzusatz. Die verwandten Petrischalen waren die allgemein üblichen von etwa 9 cm Durchmesser.

Täglich wurden sieben Platten ausgestellt, je drei im mittleren und rechten Seitengang des Kühlhauses. Die siebente Platte diente als Kontrolle und wurde nach dem Ausgießen ungeöffnet bebrütet.

Die tägliche Versuchsdauer betrug drei Stunden. Die Zeit zwischen den zwei ersten Kühlhausöffnungen von 9—12 Uhr erwies sich als die geeigneteste, da während dieser Zeit stets gekühlt wurde.

Bebrütet wurden die Platten bei einer Temperatur von 22 bis 24° C. während 5—8 Tagen. Eine gleichlange Bebrütungsdauer war nicht erforderlich, da sie das Zählergebnis nicht beeinträchtigte.

Ausgezählt wurde stets die ganze Platte. Die Anzahl der gewachsenen Kolonien bewegte sich in Grenzen, die dies gestatteten.

Was den Einbau des Delbag-Filters anbelangt, so wurde zunächst eine Anordnung gewählt, die sich nicht bewährt hat. Um nämlich die Gewißheit zu haben, daß auch nur filtrierte Luft in den Druckkanal gelangte, wurde das Filter zwischen Luftkühler und Ventilator eingebaut. Während des Kühlens herrscht hier eine Temperatur von — 6 bis — 10° C., die selbstverständlich das Filter annahm. Infolge der Kälte bereifte und vereiste das Filter so stark, daß es die Luftführung stark hemmte und abgetaut werden mußte. Ein Abtauen des Filters selbst mittels des Heißwasserstrahls kam nicht in Frage, da hierdurch die Baktericidolschicht abgeschwemmt, und die Filterwirkung beeinträchtigt worden wäre.

Aus diesen Gründen wurde das Filter vor dem Luftkühler eingebaut, und mittels Holzverschalung gut abgedichtet. (Abb. 4.) Hier herrscht während des Kühlens eine Temperatur von + 2° C. Die Mißstände der Schnee- und Eisbildung waren damit abgestellt. Es mußte lediglich in Kauf genommen werden, daß unmittelbar nach dem Abtauen von dem vorher geöffneten Luftkühler aus eine verhältnismäßig geringe unfiltrierte Luftmenge in das Kühlhaus gelangte.

C. Vorversuche.

Um nun ein Werturteil über die Einwirkung des Filters auf den Keimgehalt der Kühlhausluft abgeben zu können, war es nötig, die normalen Verhältnisse kennenzulernen. Diesem Zwecke dienten die Vorversuche, die vor Einbau des Filters angestellt wurden. Es kam im wesentlichen darauf an, eine größere Menge Keime auf jede der täglich ausgestellten sechs Platten zu bekommen, um später einen brauchbaren und sichtbaren Vergleich ziehen zu können. Nach einigen tastenden Versuchen wurde mit den ersten 5 Versuchen mit je sechs Platten für die Dauer von 1 Stunde in der Zeit von 11—12 Uhr begonnen. Wie aus Tabelle I. ersichtlich, wuchsen auf den insgesamt 30 Platten 108 Kolonien, pro Platte also durchschnittlich 3,6 Kolonien. Dieses Ergebnis erschien wegen der geringen Kolonienzahl für spätere Vergleiche ungeeignet. Deshalb wurde die Versuchsdauer auf 3 Stunden er-

Tabelle I. Vorversuche.

Versuchsdauer eine Stunde.

Versuchsreihe	I		II		III		IV		V		VI	
1	8		6		3		2		6		5	
2	3		3		1		3		3		1	
3	6		4	R	1		10	R	—		3	
4	3		4		3		3		2		3	
5	6		—		2		4		4	R	6	
Sa	26		17	1	10		22	1	15	1	18	

Gesamtzahl der ausgestellten Platten 30.
„ „ gezählten Kolonien 108.

Tabelle II. Vorversuche.

Versuchsreihe	I			II			III			IV			V			VI			D
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	75		15	86		9	66		8	66		8	64		8	76		16	433
2	98		6	82		4	123	R	3	91		7	82		3	147	R	4	623
3	85	R	4	61		5	51	R	1	65		3	67		1	110	R	2	439
4	100		29	120	R	26	80		29	240	R	26	127		46	141		35	808
5	75		1	56		2	36		2	36		1	45		—	45		4	293
6	78		6	69		2	81		2	58		3	81	R	2	62		3	429
7	90		17	96	R	21	65	R	20	59		18	47	R	15	62	R	22	419
8	108	R	53	120		29	100	R	30	50		29	72	R	33	77		20	527
9	61		23	84	R	12	52		12	42		10	46	R	6	41		8	326
10	35		3	42		3	26		1	—		—	22		2	37		3	162
11	51		1	42		3	40		7	48		9	52		3	40		3	273
12	56	R	1	67	R	2	57		9	43	R	3	48		3	67		3	338
13	64		9	56	R	4	42	R	5	37		3	81		8	36		5	316
14	46		4	75		3	42		2	51	R	5	37		3	40		6	291
15	84		5	94		6	82		13	134	R	9	75		5	73		10	542
16	68		3	60		4	61		—	—		—	62		6	47		3	298
17	34		—	45		2	40		5	50		5	67		5	36		3	272
18	55		6	34		7	54		13	71		8	54		7	46	R	8	314
19	42		2	52		2	34		3	44		1	55	R	3	—		—	227
20	72		6	73		8	80	R	10	71		4	120	R	5	83		8	499
21	80		12	71		16	68	R	12	59		10	57		14	59		16	394
Sa	1457	3	206	1485	5	170	1280	7	187	1315	4	162	1361	6	178	1325	4	182	8223

Gesamtzahl der ausgezählten Platten 123.

A „ „ gezählten Kolonien und Schimmelrasen 8223.
B „ „ „ Rasen 29.
C „ „ „ Schimmelrasen 1085.
D „ „ „ Kolonien einer Versuchsreihe.

höht. Hierfür erwies sich, wie bereits erwähnt, die Zeit von 9—12 Uhr als am geeignetesten. Innerhalb von zwei Monaten wurden 21 Versuche à 6 Platten angestellt, und die Ergebnisse in Tabelle II. zusammengestellt. Insgesamt wuchsen auf 123 Platten 8223 Kolonien, darunter 1085 Schimmel; hinzu kommen noch 29 Rasen. Als Rasen werden in diesen Versuchen Kolonien bezeichnet, die infolge ihrer dichten Lagerung nicht einzeln ausgezählt werden konnten. Auf den Durchschnitt umgerechnet, wuchsen pro Platte 66,9 Keime, davon 8,8 = 13,19% Schimmel. Rasen fanden sich auf 23,6% aller Platten.

D. Hauptversuche.

Drei Tage nach Einbau des Filters wurde mit den Hauptversuchen, die in Tabelle III. aufgezeichnet sind, begonnen. Es konnte angenommen werden, daß in diesen drei Tagen eine hin-

Tabelle III. Hauptversuche.

Versuchsreihe	I			II			III			IV			V			VI			
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	D
1	76		4	47		6	39		2	41		6	63	R	5	38		1	304
2	83	R	28	95		17	85		15	61	R	15	51		17	58		19	433
3	57		9	40	R	5	40		7	60		3	45	R	4	35		4	277
4	101		13	89		17	96		18	89		11	90		22	95		17	560
5	84	R	28	108	R	25	92	R	24	90	R	24	84		16	127		23	585
6	88		5	91	R	6	60	R	4	95	R	—	78		6	55		7	467
7	66	R	6	101		9	90		8	85		11	91		4	96		9	529
8	88		16	93	R	17	77		18	73		12	97		12	102	R	13	530
9	58		9	44		8	60		6	54		6	87	R	5	65		7	368
10	37		7	41		6	61		10	51		8	40		6	50		11	280
11	53		9	44		4	24	R	3	72		37	28		8	35		7	256
12	38		11	75		8	34		8	28		8	34		5	26		4	235
13	73		11	59	R	13	80		17	62		20	65		18	72		32	411
14	55		5	52		14	47		9	70		5	38	R	5	37	R	8	299
15	36		2	40		4	29		3	42	R	3	37		3	35		7	219
Sa	993	3	163	1019	5	159	914	3	152	973	4	169	928	4	136	926	2	169	5753

Gesamtzahl der ausgestellten Platten 90.
A „ „ gezählten Kolonien und Schimmel 5753.
B „ „ „ Rasen 21.
C „ „ „ Schimmel 948.
D „ „ „ Kolonien einer Versuchsreihe.

reichende Luftumwälzung stattgefunden hatte, um die Filterwirkung voll zur Geltung kommen zu lassen. Es wurden innerhalb eines Monats 15 Versuche à 6 Platten vorgenommen. Auf ins-

gesamt 90 Platten wurden 5753 Kolonien einschließlich 948 Schimmel, ferner 21 Rasen gezählt. Durchschnittlich wuchsen pro Platte 63,9 Keime, davon 10,53 = 16,48% Schimmel. Auf 23,3% der Platten wuchsen Rasen.

E. Festgestellte Luftkeime.

Es muß hier von vornherein betont werden, daß es unmöglich war, alle Keime einer Untersuchung zu unterziehen. Wenn auf der Platte, z. B. der Vorversuche, im Durchschnitt 66 Keime wuchsen, so wären $66 \times 6 = 396$ Keime für jede Versuchsreihe zu untersuchen gewesen. Dies war jedoch unmöglich. Es wurden deshalb, nach Farben geordnet, einzelne Kolonien einer jeden Platte herausgegriffen und einer allgemeinen Untersuchung im hängenden Tropfen unterzogen. Außerdem wurde ausgestrichen und mit Methylenblau und nach Gram gefärbt. Die Methode des hängenden Tropfens gestattete eine sofortige Trennung in Kokken, Tetragenus, Sarcinen, Stäbchen und Hefen. Weiterhin ließ sich Beweglichkeit der Stäbchen sofort erkennen.

1. Kokken.

An Kokken wurden gefunden:

Mikrokokkus albus
Mikrokokkus griseus
Mikrokokkus flavus
Mikrokokkus citreus
Mikrokokkus aureus
Mikrokokkus ruber
Mikrokokkus tetragenus
Sarcinen

Am häufigsten wurden M. albus, citreus und aureus, seltener M. griseus und flavus gefunden. M. ruber, ein mit weinroter Farbe wachsender Kokkus, wurde nur einmal festgestellt. Die Wuchsform war wechselnd, knopfförmig, terrassenförmig mit zentralem Knöpfchen, mit glattem und gelapptem Rand. M. griseus war grau durchscheinend und unterschied sich makroskopisch deutlich von dem schneeweißen M. albus.

M. tetragenus kam in drei verschiedenen Farben vor, in zitronengelber, blonder und oranger Farbe. Die Kolonien zeigten meist einen peripheren Wall und zentralen Knopf.

Das Wachstum der Sarcinen war ebenfalls nicht einheitlich. Allen gemeinsam war die matte, graue Oberfläche und trockene

Beschaffenheit der Kolonien, weiterhin die gelbe oder gelb vorherrschende Farbe. Ihr Rand, mikroskopisch betrachtet, war wolkig und bröckelig, wohingegen der Rand anderer gleichfarbiger Kolonien granuliert und glatt aussah.

2. Stäbchen.

An Stäbchen wurden gefunden:

Ein häufig wiederkehrendes, gramnegatives, äußerst kleines Stäbchen. Die Kolonie war weißgrau, dick und schleimig.

Ein gramnegatives Stäbchen in gelbgrauer, großlappiger, trockener Kolonie.

Ein grampositives Stäbchen mit polymorphen Formen untermischt in grauweißer, leichtwüchsiger Kolonie mit peripherem Wall.

Die Mehrzahl der mit oranger Farbe wachsenden Kolonien waren grampositive Stäbchen, die oft zu Kurzfäden zusammengelagert waren.

Ein grampositives, blutrot wachsendes Stäbchen wurde im ganzen nur zweimal festgestellt.

Die bisher aufgeführten Stäbchen waren unbeweglich. Nur auf einer Platte konnte ein bewegliches Stäbchen festgestellt werden. Es wuchs in orangefarbener großlappiger Kolonie. Da diesem Stäbchen infolge seiner Beweglichkeit ein leichtes Eindringen in das im Kühlhaus aufbewahrte Fleisch zugeschrieben werden konnte, wurde es daraufhin untersucht, ob es als Fleischverderber eine Rolle spielt. Zu diesem Zwecke wurde aus der Kolonie entnommenes Material auf frische Schnittfläche eines Stückes Rindfleisch und auf die Fascie eines gleichen Stückes verimpft. Nach Ablauf von 4 Wochen waren die Fleischstücke vollständig schmierig geworden. In dem Belag der Fleischoberfläche konnten die beweglichen Stäbchen, wenn auch vereinzelt mit anderen Keimen nachgewiesen werden. Aus dem Innern des Fleisches war das Stäbchen nicht nachzuweisen. Es handelte sich demnach um einen obligaten Aerobier, der mit anderen Aerobiern das Schmierigwerden des Fleisches verursacht, jedoch als Fleischverderber nicht anzusehen ist.

3. Hefen.

Sogenannte wilde Hefen kamen häufig vor und waren auf jeder Platte nachzuweisen. Sie kamen in zwei Arten vor, weiß und rosarot. Ihre Kolonien zeichneten sich vor den Kokken durch

ihre Größe und Dicke aus. Die weißen Kolonien waren matt und hatten konzentrische Ringe. Die rosaroten Hefen waren kuppelförmig und spiegelnd. Im hängenden Tropfen waren kreisrunde und ovoide Formen mit ausgesprochenen Tochterzellen und solchen mit sporenähnlichen Innenkörperchen zu unterscheiden. Durch Überimpfen auf Traubenzuckerbouillon konnte in keinem Falle Vergärung festgestellt werden.

4. Schimmelpilze.

Die Schimmelpilze sind in der Kühlhausluft reichlich vertreten. Ihr Anteil an den auszählbaren Kolonien der Vorversuche betrug 13,19% und der der Hauptversuche 16,48%. Sie wurden nach mikroskopischer Untersuchung in die Gruppen Penicillium, Aspergillus und Mucor eingereiht. Von der Angabe der Nomenklatur wird absichtlich Abstand genommen, da für eine genaue Differenzierung besondere Untersuchungsmethoden in Anwendung kommen müssen. Bei einigen Rasen waren keinerlei Fruktifikationsorgane zu erkennen, da sie sich wahrscheinlich infolge für sie vorherrschender ungünstiger Lebensbedingungen nicht zur Reife entwickelt hatten. Diese werden hier nicht aufgeführt.

Penicillien.

Von den Penicillien zeigten drei typisches Wachstum:

ein blaugrüner, fast auf jeder Platte anzutreffender Schimmel, wahrscheinlich Penicillium glaucum;

ein ebenfalls blaugrüner, aber kleinerer Rasen; er unterschied sich von dem vorhergehenden durch seine sammetartige Oberfläche mit radiärer Faltenbildung und dem Fehlen der weißen, von Fruktifikationsorganen freien Randzone;

ein weißer Rasen mit bräunlichem Zentrum bestand aus zierlichen Hyphen und ebenso zierlichen Konidien.

Weniger typisch, aber als Penicillium anzusprechen, wuchs ein dunkelolivgrüner Rasen. Er bestand aus kurzgliedrigem Hyphengewirr. An den Hyphenenden und den letzten Hyphenknoten saßen die Konidienketten;

ein weißer Rasen. Die Konidienketten saßen auf kurzen Seitenhyphen, die fast rechtwinklig vom Hauptstamm abzweigten.

Aspergillaceen.

Zu den fünf ersten angeführten Aspergillusarten sollen noch zwei Schimmelpilzarten angereiht werden, die einige typische Merkmale der Aspergillaceen vermissen lassen.

Ein blaugrüner Rasen wuchs mit etwas breiterer weißer Randzone als der zuerst angeführte Penicilliumrasen.

Ein anderer grüner Rasen nahm etwa ein Viertel der Platte ein. Schon makroskopisch waren seine Fruktifikationsorgane zu erkennen.

Ein rosafarbener Rasen besaß verzweigte Sterigmen.

Ein olivgrüner und weißgrauer Rasen zeigte außer den typischen Kennmalen für Aspergillaceen keine Besonderheiten.

Ein schmutzig weißer filziger Rasen besaß rispenartig verzweigte Fruktifikationsorgane, auf deren einzelnen Endgliedern mehrere Konidien direkt ohne Sterigmen und ohne Kettenbildung aufsaßen.

In ebenfalls weißem filzigem Rasen gingen vom Haupthyphenstamm büschelförmig, kurze Seitenhyphen ab. Auf diesen saßen wenige ovoide Sporen ohne Sterigmen und Kettenbildung.

Mucorineen.

Die Art Mucor war in der hier untersuchten Kühlhausluft selten. Einwandfrei wurde sie nur ein einzigesmal in grünem Rasen festgestellt. Bei den beiden folgenden wird es sich wohl um nicht zur Reife entwickelte Mucorarten handeln. In weißem Rasen saßen an geradem Hauptstamm gerade kurze Seitenhyphen, die in Endkolben mit höckeriger Oberfläche endeten. In wirrem Geflecht eines anderen weißen Rasens waren im Verlauf der Hyphen dicke Anschwellungen zu erkennen. Auch kugelige Endkolben waren vorhanden. Anschwellungen und Endkolben waren glasig durchscheinend ohne Endosporen.

F. Versuchsergebnisse.

Um ein Werturteil über die Brauchbarkeit des Filters abgeben zu können, war es nötig, die Luftumwälzung des Kühlhauses zu kennen. Diese mußte nach Messung mittels Anemometers in den drei abführenden Schächten des Kühlhauses errechnet werden. Die Ventilatorleistung als Grundlage für die Errechnung zu wählen, war ungeeignet, da in den Sammelschacht auch Abzugskanäle aus Vorkühlraum und Gefrierraum einmündeten. Im vorliegenden Falle interessierten jedoch nur die den Kühlraum betreffenden Verhältnisse. Die Feststellung, daß während der täglichen Versuchsdauer von drei Stunden eine Luftmenge abgesaugt wird, die etwa dem 6—7fachen Rauminhalt des Kühlhauses entspricht, wurde als befriedigend angesehen.

Der Einbau des Filters hatte so zu geschehen, daß ein ungehemmter Luftdurchtritt gewährleistet war. Der Platz vor dem Ventilator, der wohl die Gewähr dafür bietet, daß nur filtrierte Luft in den Druckkanal eintritt, ist wegen der vorherrschenden tiefen Temperatur bis zu -10^0 C. und der damit verbundenen Schnee- und Eisbildung auf dem Filter und in dessen Ringgut ungeeignet.

Der Einbau des Filters als Wand zwischen Luftkühler und Lufteintrittskammer vermied die genannten Mängel der Eisbildung. Trotz der Nähe des Luftkühlers herrscht hier, infolge der starken Luftströmung, die der angesaugten Luft eigene Temperatur von $+2^0$ C.

Die Plätze der jeweils ausgestellten sechs Platten wurden genau eingehalten. Die Addition der auf den einzelnen Plätzen gewachsenen Kolonien ergibt ein Bild über die Verteilung der Keime im Kühlraum. Die so erhaltenen Summen der Vorversuche von 1457, 1485, 1280, 1315, 1361, 1325 und die der Hauptversuche von 993, 1019, 914, 973, 928, 926 beweisen, daß die Keime etwa gleichmäßig im Kühlraum verteilt sind.

Ob und in welchem Maße das Filter in der Lage ist, im Kühlhaus die Keimzahl herabzusetzen, ergibt die Gegenüberstellung der Vor- und Hauptversuche. Auf den 123 Platten der die normalen Luftverhältnisse des Kühlhauses darstellenden Vorversuche wuchsen 8223 auszählbare Kolonien, auf den 90 Platten, die nach Einbau des Filters ausgestellt wurden, wuchsen 5753 Kolonien. Der aus der Gesamtzahl der ausgestellten Platten errechnete, die normalen Verhältnisse der Kühlhausluft darstellende Durchschnittskeimgehalt der Vorversuche von 66,9 geht nach Einbau des Filters, wie aus den Hauptversuchen ermittelt wurde, auf 63,9 zurück. Die Abnahme, auf diese Art errechnet, betrüge somit nur 4,3%.

Beachtet man dagegen die Gesamtkeimzahlen der letzten fünf Versuchsreihen der Hauptversuche, so muß festgestellt werden, daß die Zahlen im Vergleich zu den voraufgegangenen zehn Hauptversuchsreihen geringer sind.

Aus dem Durchschnittswerte dieser letzten fünf Hauptversuchsreihen von 47,3 verglichen mit dem Durchschnittswert der gesamten Vorversuche von 66,9 ließe sich eine Keimverringerung von 34,1%, verglichen mit den ersten zehn Hauptversuchsreihen eine solche von 29% errechnen.

Inwiefern die Verringerung von Dauer ist, bleibt fraglich, zumal die Versuchsreihe 13 wieder verhältnismäßig hohen Keimgehalt aufweist.

Die einzeln nicht auszählbaren Rasen waren vor dem Einbau des Filters auf 23,58% und nach dem Einbau des Filters auf 23,3% aller Platten vorhanden. Unter Außerachtlassen der Größe der einzelnen Rasen beträgt die Abnahme, wenn überhaupt von einer solchen die Rede sein kann, nur 1,18%.

Dieses Ergebnis steht nun in hohem Gegensatz zu den in Brauereien und milchwirtschaftlichen Betrieben gemachten Erfahrungen, ferner zu den Versuchsergebnissen des Materialprüfungsamtes und des Staublaboratoriums der Firma Delbag. Die Ursache hierfür ist in den vollkommen anderen Betriebsverhältnissen des Kühlhauses im Gegensatz zu obengenannten Betrieben zu suchen.

Zunächst handelt es sich hier nicht um einen dauernd abgeschlossenen Raum, in dem ausschließlich nur Luft, die das Filter passiert hat, gelangen kann, wie dies besonders für die Kühlschiffbelüftung der Brauereibetriebe gilt. Durch die dreimal tägliche Kühlhausöffnung von je einer Stunde wird die Luft durch die eintretende Außenluft verunreinigt, weiterhin durch die der Kleidung und der Atmungsluft der aus- und eingehenden Personen entstammenden Keime. Außerdem werden durch das alltägliche trockene Auskehren Keime vom Boden aufgewirbelt.

Daß die Luft hierdurch stark verunreinigt wird, ihr Keimgehalt also nach Schließung des Kühlhauses hoch sein muß, geht aus den 6 Versuchsreihen der Tabelle I hervor. Es sind dies die in der letzten Stunde der dreistündigen Kühldauer von 11—12 Uhr ausgestellten Platten. Vergleicht man den für diese Zeit gefundenen Durchschnittskeimgehalt pro Platte von 3,6 mit dem der ganzen dreistündigen Kühldauer von 66,9, so wurden während der dreistündigen Kühldauer 18,6mal so viel Keime gefangen, als in der letzten Stunde. Hieraus ist zu schließen, daß während der Öffnung des Kühlhauses die Luft stark verunreinigt wird, und daß infolgedessen ihr Keimgehalt nach Schließung des Kühlhauses hoch sein muß.

Die andere Ursache des geringen Einflusses des Delbag-Filters auf den Keimgehalt ist in der Art der Luftumwälzung, die in der dreistündigen Versuchsdauer, nach eigener Berechnung, 6—7mal vor sich geht, zu suchen.

Würde nun in dieser Zeit die Luft in ihrer Gesamtheit 6—7-mal abgesaugt und wieder durch filtrierte Luft neu ersetzt, so müßten die Keimzahlen der Vor- und Hauptversuche einen größeren Unterschied aufweisen, und die günstigen Erfolge anderer Betriebe auch hier zutage treten.

Ein völliger Luftwechsel in diesem Sinne findet jedoch nicht statt. Die durch die Bodenschlitze der zuführenden Kanäle einfallende filtrierte Kaltluft mischt sich mit der im Raum vorhandenen Luft, so daß auch durch die Seitenschlitze der abführenden Kanäle nicht nur alte Luft, sondern stets ein Gemisch von alter und neuer Luft angesaugt wird.

Betrachtet man nun den Wert des Filters von fleischhygienischen Gesichtspunkten aus, so soll doch eine Verbesserung der Kühlhausluft mit der Verlängerung der Haltbarkeit des Fleisches Hand in Hand gehen. Hier muß deshalb festgestellt werden, daß die Fleischoberfläche beim Einhängen bereits äußerlich mit Keimen verunreinigt ist. Weiterhin werden ein Teil der Keime, die während der Öffnungszeit in das Kühlhaus gelangen, auf der noch feuchten Fleischoberfläche hängen bleiben, zumal durch den Personenverkehr die Luft etwas in Bewegung gesetzt wird. Selbst wenn nun nach Schließung des Kühlhauses alle Luft abgesaugt würde, so blieben doch die bereits auf der Fleischoberfläche liegenden Keime unbehelligt. Ob deshalb durch Entfernen der noch in der Luft vorhandenen Keime eine Verbesserung der Haltbarkeit des Fleisches erzielt wird, bleibt fraglich.

Da für die Luftuntersuchung der Einfachheit halber das Sedimentierverfahren auf Traubenzuckeragar gewählt wurde, so wuchsen auch nur aërobe Keime, denen dieser Nährboden zusagte. Unter ihnen waren die Kokken in vorwiegender Anzahl vertreten. Einschließlich des Mikrokokkus tetragenus und der Sarcinen wurden 8 Arten festgestellt. Hefen und Stäbchen traten

Tabelle IV. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

	Vorversuche		Hauptversuche		
	1 Std.	3 Std.	Gesamt	Vers. 1–10	Vers. 11–15
Gesamtzahl der ausgestellten Platten	30	123	90	60	30
Gesamtzahl der gezählten Kolonien	108	8223	5753	4333	1420
Durchschnittszahl der gezählten Kolonien pro Platte	3,6	66,9	63,9	72,2	47,3
Gesamtzahl der gezählten Schimmel		1085	948		
Durchschnittszahl der gezählten Schimmel pro Platte		8,81	10,54		
Prozentualer Anteil der Schimmel an der Gesamtzahl		13,19	16,48		
Gesamtzahl der gezählten Rasen		29	21		

in ihrer Anzahl zurück. An Schimmelpilzen, die ebenfalls in reichlicher Anzahl vertreten waren, wurden 5 Penicillium-, 7 Aspergillus- und 3 Mucor-Arten festgestellt.

VII. Zusammenfassung und Schluss-Sätze.

Gegenüber den günstigen Urteilen aus Brauereien und milchwirtschaftlichen Betrieben, die nach Einbau eines Delbag-Filters eine Keimabnahme um 99,4% festgestellt haben, war in der vorliegend untersuchten Kühlhausluft des Schlachthofes zu Gießen bei Berücksichtigung sämtlicher angestellten Versuche nur eine Abnahme um 4,3% bei besonderer Würdigung der letzten fünf Versuchsreihen der Hauptversuche eine solche um 34,1% bzw. 29% zu verzeichnen.

Die Ursache dieses Ergebnisses ist in den andersgearteten Betriebsverhältnissen des Kühlhauses, wie in der dreimal täglichen Öffnung für den Verkehr und der Art der Luftumwälzung, zu suchen.

Der Einfluß eines Delbag-Baktericidolfilters auf den Keimgehalt der Kühlhausluft selbst ist auf Grund der vorgenommenen Untersuchungen unwesentlich. Ein solches Filter bringt deshalb bei Verwendung für diesen Zweck in den den Schlachthöfen angegliederten Kühlhäusern keine besonderen Vorteile, da die Keimanreicherung der Kühlhausluft durch Gründe verursacht wird, die außerhalb des Wirkungsbereiches eines Keimfilters liegen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Schlachthofdirektor Dr. Keller für die Überlassung der Arbeit und für die mir bei der Ausarbeitung des Themas zuteil gewordene Unterstützung zu danken. Weiterhin danke ich der Deutschen Luftfilter-Baugesellschaft für das bereitwilligst zur Verfügung gestellte Baktericidolfilter und für alle sonstigen für die Ausgestaltung der Arbeit wertvollen Hinweise.

Literaturverzeichnis.

1. Backes. Luftreinigung und Filtrierung in Gär-, Kühl- u. Lebensmittelräumen. Kältetechnischer Anzeiger 1933 Nr. 8; S. 86.
2. Beyer u. Bongert. Untersuchungen über die Wirkungsweise d. Naßluftkühlung u. d. Trockenluftkühlung. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1905, Nr. 8, S. 230.
3. Bodin u. Gautier. Note sur une Toxine produite par l'Aspergillus fumigatus. Annal de l'Inst. Past. 1906, Bd. 20, S. 209.
4. Bongert. Bakteriol. Diagnostik d. Tierseuchen. Berlin 1922. Verlag R. Schoetz.
5. Butjagin. Arch. f. Hyg. Bd. 52, S. 1.
6. Diestelow. Über den Einfluß d. Ozonisierung d. Kühlhausluft auf ihren Keimgehalt. Deutsche Schlachthof-Ztg. 1925, Nr. 17, S. 282.
7. Dimpfl. Mäusevertilgung u. Kühlraumdesinfektion mittels d. Paraform-Permanganat-Verfahrens. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1910, Nr. 7, S. 221.
8. Egger. Keimfreie Würzebelüftung. Tagesztg. f. Brauerei. 1930. Nr. 156.
9. Erlandsen u. Schwarz. Experiment. Untersuchungen über Luftozonisierung. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf. Krkh. Bd. 67, S. 391.
10. Feeser. Inaug. Diss. Leipzig 1924, S. 7.
11. Forster. Über d. Entwicklung v. Bakterien bei niederen Temperaturen. Zentr. Bl. f. Bakt. u. Paras. Kunde. Bd. 2, S. 431.
12. Franklin. Über den Wert des Ozons in d. Lüftung. Ges. Ing. 1914. S. 155.
13. Fries. Die Würzebelüftung auf d. Kühlschiff m. keimfr. Luft nach d. Brautechnik-Delbagverfahren. Wochenschr. f. Brauerei 1926, Nr. 38.
14. Füllbier. Antwort auf Anfrage 366. Deutsche Schlacht- u. Viehhof-Ztg. 1910, S. 524.
15. Garth. Ozonisierung d. Kühlhausluft. D. Schlacht- u. Viehhof-Ztg. 1913. S. 89.
16. Glage. Über Aromabakterien, Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. angeführt von Kühl (22).
17. Graßmann. Zit. von Plank u. Kallert (31).
18. Heise. Über d. Einwirkung v. Ozon auf Mikroorganismen u. künstliche Nährsubstrate. Ein Beitrag zur Kenntnis der Ozonwirkung in Fleischkühlhallen. Arbeiten aus d. kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 50, Heft 2 u. 4, 1915 u. 1917.

19. Heyroth. Ozon in Kühlräumen. Zetschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1911, Nr. 8, S. 267.

20. Kaeß. Der Einfluß d. Luftbewegung auf d. Wachstum v. Schimmelpilzen auf gekühltem Fleisch. Ztschr. f. d. ges. Kälteind. 1934, Nr. 9.

21. Kißkalt. Versuche über Desodorierung; Ztschr. f. Hygiene, 1912, Bd. 71, S. 273.

22. Kühl. Gutachten über verdorbenes Geflügel. Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1915, S. 353.

23. Lasch. Ozonlüftungsanlage in Fleischkühlanlagen. D. Schl.- u. Viehhof-Ztg. 1913. S. 386.

24. Loeser. Die Lagerfähigkeit v. Kühlfleisch. Ztschr. d. Vereins deutsch. Ing. Bd. 78, (1934) S. 17.

25. Mehlhose. Über d. Verwendung v. Luftfilteranlagen in Molkereibetrieben. Südd. Molkerei-Ztg. 1930, Nr. 19.

26. Monvoisin. Die Schimmelpilze d. Gefrierfleisches. Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1919, S. 269.

27. Müller. Über d. Wachstum u. d. Lebensfähigkeit d. Bakterien. Inaug. Diss. München. 1903.

28. Musmacher. Erfahrungen aus d. Bau u. Betrieb v. Kühlanlagen. B.T.W. 1902, Nr. 36, S. 545.

29. Ohlmüller u. Prall. Behandlung d. Trinkwassers mit Ozon. Arb. aus d. kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 18, 1902, S. 417.

30. v. Ostertag. Sitzungsbericht. Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1918, 27, Nr. 28.

31. Plank u. Kallert. Über d. Behandlung u. Verarbeitung von gefr. Rindfleisch. Verl. d. Zentr. Eink.-Ges. m. b. H., Berlin W. 8. (1916).

32. Profé. Untersuchungen über d. Keimgehalt d. Kühlhausluft u. d. zu Kühlzwecken dienenden Salzlösungen. Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1903, Nr. 10. S. 309.

33. Reif. Kältetechn. Betrachtungen über Luftkühlung. Deutsche Schlachthof-Ztg. 1928, Nr. 20, S. 320.

34. Resow. Vergleichende Untersuchungen über den Keimgehalt d. Kühlhausluft. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1905, Nr. 4, S. 107.

35. Schilling. Die Hauptursachen d. Verunreinigung d. Luft in Kühlhäusern u. d. Beseitigung dieses Übelstandes durch Desinfektion mit Formaldehyd. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1898, S. 212.

36. Schmid. Einfluß von Temp. u. Feuchtk. auf das Bakterienwachstum auf gekühltem Fleisch. Vortrag. Jahresversammlung des Deutschen Kälte-Vereins 1930. Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1930, Nr. 40, S. 515.

37. Schwarz u. Kaeß. Das Wachstum v. Schimmelpilzen auf gek. Fleisch bei versch. Luftzuständen. Arch. f. Mikrobiol. Bd. 5. Heft 2, 1934.

38. Schwarz u. Münchmeier. Weitere experiment. Untersuchungen über Luftozonisierung. Ztschr. f. Hyg. 1913, Bd. 75, S. 80.

39. Stockhausen. Untersuchungsbericht d. Versuchs- u. Lehr-Anstalt f. Brauerei über Delbag-Filter. Jahresber. 1928; Auszug aus d. Bericht über d. Tätigkeit d. Biol. Labor. S. 79.
40. Teichmann. Ozon u. seine Verwendungsmöglichkeit in d. Lebensmittelindustrie. Kältetechn. Anz. Janaur 1932.
41. Thiele. Untersuchungen über d. Brauchbarkeit d. Viozon z. Ozonisierung im Kühlraum. Deutsche Schlachthof-Ztg. 1932, Nr. 10. S. 133.
42. Tiede. Gutachten über die in d. Kölner Schlachthofanlage angestellten bakteriol. Untersuchungen. Zeugnisse über d. ausgef. Ozonanlage. Carl I. Busch u. Co., Hamburg, Generalvertreter A.G. Siemens u. Halske, Berlin, Abt. Ozontechnik.
43. Windisch. Angeführt von Schilling (35).

Lebenslauf.

Ich, Wilhelm Martin Zimmer, wurde am 4. April 1909 als Sohn des Telegrafenassistenten Christian Gottlieb Zimmer und dessen Ehefrau Elisabeth, geb Bleser, zu Gießen geboren. Daselbst besuchte ich das Realgymnasium und bestand Ostern 1928 die Reifeprüfung. Ab Sommersemester 1928 widmete ich mich dem Studium der Veterinärmedizin, das ich mit dem am 28. Juli 1933 bestandenen Staatsexamen beendete. Vom 1. November 1933 bis 15. Juni 1934 war ich am Schlachthof zu Offenbach als Hilfstierarzt tätig. Seit 15. Juni 1934 bin ich Schlachthoftierarzt am Städtischen Schlachthof zu Gießen.